

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

NÍCOLAS ALESSANDRO DE SOUZA BELETE

**IMPACTO AMBIENTAL, DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DO  
USO DE DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO NO CULTIVO DO PIRARUCU**  
*(Arapaima gigas, CUVIER, 1829)*

ROLIM DE MOURA

2015

NÍCOLAS ALESSANDRO DE SOUZA BELETE

**IMPACTO AMBIENTAL, DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DO  
USO DE DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO NO CULTIVO DO PIRARUCU**  
(*Arapaima gigas*, CUVIER, 1829)

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jucilene Cavali.

ROLIM DE MOURA

2015

Ficha catalográfica elaborada por:  
Nágila Nerval Chaves CRB 6/363

B428i Belete, Nicolas Alessandro de Souza -  
Impacto ambiental, desempenho produtivo e econômico do uso de  
diferentes taxas de alimentação no cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*,  
Cuvier, 1829). / Nicolas Alessandro de Souza Belete; orientação  
Jucilene Cavali. – 20016.  
38 f.; il.

Dissertação (Pós-Graduação)– Fundação Universidade Federal de  
Rondônia. Campus de Rolim de Moura. Programa de Pós-Graduação  
em Ciências Ambientais (PGCA), Rolim de Moura, 2016.

1. Amazônia. 2. Impacto ambiental. 3. Desempenho produtivo e  
econômico. 4. Cultivo semi-intensivo. 5. Pirarucu. I. Cavali, Jucilene. II.  
Título.

CDU-581.2

NÍCOLAS ALESSANDRO DE SOUZA BELETE

**Impacto ambiental, desempenho produtivo e econômico do uso de diferentes taxas de alimentação no cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*, CUVIER, 1829)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jucilene Cavali.

APROVADO: 30 de novembro de 2015



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jucilene Cavali  
Universidade Federal de Rondônia (Orientador)



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda BayHurtado  
Universidade Federal de Rondônia (Membro Externo)



Prof. Dr. Marlos Oliveira Porto  
Universidade Federal de Rondônia (Membro interno)

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente, agradeço a Deus por poder ter me concedido vida e saúde durante todo o percurso acadêmico.

Aos meus pais, Nicolau e Maria Francisca, e as minhas irmãs Lidiane e Leidimary, por sempre me apoiarem durante toda a vida acadêmica.

À professora Doutora Jucilene Cavali, em especial, porque sempre me orientou, entendeu e dedicou-se de forma incondicional para a conclusão deste trabalho.

Ao professor Doutor Marlos de Oliveira Porto e a Professora Doutora Fernanada Bay Hurtado pelas sugestões, correções e orientações antes e após banca.

Aos meus colegas da 1ª turma do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (2013), e em especial aos amigos: Nirvani, Alexandre, Andréia, Angelita, Maciel Lemos, Raissa e Taciane, pelos momentos compartilhados em sala de aula, nas hospedagens, no transporte e nas refeições.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, aos professores, ao secretário e a Universidade Federal de Rondônia.

Ao PIBIC/UNIR/CNPQ e *Campus* de Presidente Médici pelo auxílio fornecido para o desenvolvimento desta pesquisa.

## RESUMO

Altas taxas de arraçoamento no sistema de cultivo do pirarucu podem alterar a qualidade da água devido ao excesso de resíduos aportados aos meios aquáticos ricos principalmente em nitrogênio e fósforo, e inviabilizar economicamente o cultivo pelo elevado custo da ração. Objetivou-se com este trabalho avaliar o impacto ambiental, desempenho produtivo e econômico do fornecimento de diferentes taxas de alimentação ao pirarucu (*Arapaima gigas*, CUVIER, 1829), no ciclo de cultivo anual. O experimento foi desenvolvido em viveiro escavado, subdividido em hapas de 52 m<sup>3</sup>. Foram utilizados 96 juvenis com peso médio inicial de  $1.612 \pm 1,27$  gramas estocados na densidade de seis peixes/hapa, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em cinco diferentes taxas de arraçoamento (TA) com três repetições. As TA foram de 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 % do peso corporal (PC) dos peixes, com reduções de 0,5 % nas TA em cada fase de cultivo (idade). Utilizou-se ração contendo 38% e 36% de PB na fase de juvenil e crescimento/engorda, respectivamente. Foram realizadas avaliações biométricas, monitoramento de parâmetros limnológicos e análise econômica. Os sistemas de arraçoamento intermediários apresentaram consumo alimentar aparente (CAA) médio de 3,39 sendo 32,1% menor que o sistema que recebeu maiores TA (47,4%), e maior que o sistema que recebeu as menores TA (2,0 a 0,5 % do PC). Houve incremento de 8,05 para 44,4 g de nitrogênio (N) e de 1,32 para 7,30 g de fósforo (P) por peixe, durante todo o cultivo, advindo do resíduo de fundo de hapa (RFA), em função do aumento das TA. A maior TA apresentou no RFA um incremento de N e P 45 vezes maior em relação a menor TA. Observa-se ao final do ciclo de cultivo que o aporte crescente de nutrientes variam de 22,7 g de N e 2,9 g de P nos sistemas de TA 2,0 a 0,5% até 226 g de N e 45 g de P nos sistemas com TA mais elevados, aportando até 10,5 vezes mais N e P na água, por meio do RFA. Já a conversão alimentar corrigida para o RFA durante o ciclo de cultivo foi menor para o sistema de menor TA, sem diferenças significativas entre o ganho de PC. Portanto, o cultivo do pirarucu dos 1,6 aos 8 quilos, em sistemas de arraçoamento com baixa TA (2 a 0,5%), proporcionam melhor desempenho produtivo e retorno econômico com menor impacto ambiental.

**Palavras-chave:** Amazônia. Análise econômica e ambiental. Curva de crescimento. Cultivo semi-intensivo. Pirarucu.

## ABSTRACT

High feeding rates in *Arapaima* farming system can alter the quality of water due to excess waste contributed to aquatic environments rich mainly nitrogen and phosphorus, economically and derail growing the high cost of feed. The objective of this study was to evaluate the environmental impact, productive and economic performance providing different feed rates to the *arapaima* (*Arapaima gigas*, CUVIER, 1829), the annual crop cycle. The experiment was conducted in nursery excavated, divided into hapas of 52 m<sup>3</sup>. 96 juveniles were used with initial average weight of  $1.612 \pm 1.27$  g stocked at a density of six fish/hapa, distributed in a completely randomized design in five different feeding rates (FR) with three replications. The FR was 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0% of body weight (BW) of the fish with a 0.5% reduction in FR in each growing stage (age). It was used feed containing 38% and 36% of BW in the juvenile stage and growing/fattening, respectively. Biometric evaluations, monitoring limnological parameters and economic analysis were performed. The intermediate feeding systems showed apparent food consumption (AFC) average of 3.39 and 32.1% lower than the system that received the largest FR (47.4%), and higher than the system received the lowest FR during the cycle cultivation (2.0 to 0.5% of the BW). The increment of 8.05 to 44.4 g of nitrogen (N) and from 1.32 to 7.30 g of phosphorus (P) per fish throughout the cultivation arising hapa bottom residue (HBR), due to the increase of FR. Most FR presented the HRG one increment of N and P 45 times higher than the lowest FR. It is noted at the end of the growing contribution to the cultivation cycle of nutrients vary from 22.7 g of N and P in 2.9 g of systems from 2.0 to 0.5% up to 226 g and 45 g of N in systems with higher FR, providing up to 10.5 times more nitrogen and phosphorus in water, by HBR. Already the feed conversion corrected for HBR during the crop cycle was smaller for smaller FR system, with no significant differences between the BW gain. Therefore, the arapaima cultivation of 1.6 to 8 Kilos in feeding systems with low FR (2 to 0.5%), provide better productive performance and economic return with less environmental impact.

**Key words:** Amazon. Economic and environmental analysis. Growth curve. Semi-intensive farming. Arapaima

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peso corporal, taxas de arraçoamento e níveis de garantia das diferentes rações comerciais utilizadas no ciclo de cultivo do pirarucu. ....	11
Tabela 2 - Média das variáveis de desempenho nas diferentes fases de crescimento do pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> ) em função das taxas e sistemas de arraçoamento e no ciclo de cultivo em função dos sistemas de alimentação. ....	16
Tabela 3 - Equações de regressão ajustadas para as taxas de arraçoamento nas diferentes fases de crescimento do pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> ).....	19
Tabela 4 - Valores médios das variáveis físico-químicas da água durante o ciclo de cultivo do pirarucu, nos pontos de abastecimento e drenagem do viveiro. ....	20
Tabela 5 - Análise do impacto ambiental nas diferentes fases de crescimento do pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> ) em função das taxas de arraçoamento. ....	26
Tabela 6 - Análise econômica nas diferentes fases de crescimento do pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> ) em função das taxas de arraçoamento. ....	28



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
2.1	Área de estudo .....	10
2.2	Delineamento experimental e manejo nutricional .....	10
2.3	Avaliações biométricas e limnológicas .....	11
2.4	Coleta de resíduo de ração .....	12
2.5	Estimativa de nitrogênio (N) e fósforo (P) .....	12
2.6	Análise econômica .....	12
2.7	Análise estatística .....	13
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
3.1	Desempenho Produtivo .....	14
3.2	Parâmetros de qualidade da água .....	20
3.2.1	<i>Condutividade Elétrica .....</i>	<i>21</i>
3.2.2	<i>Oxigênio Dissolvido .....</i>	<i>22</i>
3.2.3	<i>Potencial Hidrogeniônico .....</i>	<i>24</i>
3.2.4	<i>Temperatura .....</i>	<i>25</i>
3.3	Avaliação de impacto ambiental .....	25
3.4	Análise econômica .....	28
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXO A – Certificação do Comitê de Ética e Uso de Animais – CEUA. ...</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o anuário da pesca 2011, a atividade pesqueira brasileira gera um PIB nacional de R\$ 5,0 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos e, com meta de tornar-se até 2030 um dos maiores produtores de pescado do mundo, com 20 milhões de toneladas de pescado por ano (BRASIL, 2011). Hoje o País ocupa a 17ª posição no ranking mundial na produção de pescados em cativeiro e a 19ª na produção total de pescados.

Rondônia lidera o ranking nacional da produção de peixes nativos de água doce em cativeiro. De 2010 até o final de 2014 houve um crescimento de 681%, saltando de 11 mil para mais de 75 mil toneladas, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015), em função dos incentivos governamentais ao cultivo de espécies tropicais, o Estado é o maior produtor de tambaqui e de pirarucu em cativeiro (IBGE, 2015) sendo pioneiro no cultivo de pirarucu em tanques de lona e o único estado brasileiro com autorização para criar e exportar o pirarucu em cativeiro (BRASIL, 2011).

A espécie, denominada o gigante das águas amazônicas é o maior peixe de escamas das águas doces do planeta (ONOFRE et al., 2004) nativo da Amazônia, ocorre na América do Sul, Peru, Colômbia, Equador, Guiana e no Brasil nas bacias Amazônica e Araguaia-Tocantins (HRBEK et al., 2005; ARANTES, 2009) e os primeiros estudos do cultivo em cativeiro regem a década de 1940 (OLIVEIRA, 1944; FONTENELI, 1948; BARD; IMBIRIBA, 1986; IMBIRIBA, 2001).

O pirarucu possui a melhor taxa de crescimento entre as espécies de peixes amazônicos produzidas em piscicultura, com ganhos médios de 12 kg ao ano (PEREIRA-FILHO; ROUBACH, 2010), facilidade de adaptação ao consumo de rações extrusadas e carne de grande aceitabilidade pelo mercado consumidor.

Contudo, a otimização da exploração do potencial zootécnico da espécie demanda maiores estudos sobre as exigências nutricionais (CIPRIANO, 2013) e estratégias adequadas de manejo alimentar, de forma a minimizar os custos de produção e os impactos negativos aos recursos hídricos (AZZAYADI et al., 2000).

As rações das espécies carnívoras são ricas em ingredientes de origem animal, com grandes concentrações de proteína, cálcio e fósforo; somado as recomendações de fornecimento diário acima do necessário favorecem o

desperdício de alimento, a produção primária e de macrófitas diretamente dependentes de nitrogênio e fósforo, e a eutrofização dos ambientes aquáticos, tendo como consequência a redução do consumo e ganho de peso e aumento do custo de produção. Porém, o manejo alimentar na piscicultura, quando realizado incorretamente, pode alterar a qualidade da água e o desempenho produtivo, comprometendo o sucesso dos sistemas aquícolas (KUBITZA, 1998; ONO; KEHDI, 2013).

Portanto, definir a taxa ótima de arraçoamento que proporcione máximo potencial de desempenho é importante para reduzir o impacto ambiental e econômico negativos nos sistemas de produção de espécies carnívoras.

O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto ambiental, desempenho produtivo e econômico do fornecimento de diferentes taxas de alimentação ao pirarucu.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze da Universidade Federal de Rondônia, Campus de Presidente Médici, no período de agosto de 2014 a maio de 2015, totalizando 285 dias de avaliação, sob certificação do Comitê de Ética e Uso de Animais(CEUA)da Universidade Federal de Rondônia, número 019/2014.

### 2.1 Área de estudo

Foi utilizado um viveiro escavado medindo 950m<sup>2</sup> com renovação de água com vazão aproximada de 5 litros/s, dividido em 15 hapas de 50 m<sup>2</sup> e 1,5 m de profundidade, com tela galvanizada revestida de PVC, diâmetro de malha 2 x 2 cm, As hapas foram dotadas de comedouros flutuantes de 1,5 m de aresta. No preparo do viveiro foi realizado o tratamento asséptico com cal virgem 100 g/m<sup>2</sup>, após cinco dias houve a renovação da água e adubação com adubo químico NPK 20-05-20, 7 g/m<sup>2</sup>, sempre que necessário foi realizada a assepsia com cloreto de sódio.

Os alevinos de pirarucu (*Arapaima gigas*, CUVIER, 1829) foram adquiridos da piscicultura Boa Esperança localizada no Município de Pimenta Bueno - RO, com peso médio de 50 g $\pm$  4, mantidos em viveiro escavado recebendo ração comercial extrusada para peixes carnívoros com 45% e 40% de proteína bruta (PB) na fase de alevinagem.

### 2.2 Delineamento experimental e manejo nutricional

Foram selecionados 96 juvenis de pirarucu com peso médio inicial de 1.612  $\pm$  27g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em cinco diferentes taxas de arraçoamento e três repetições ou hapas, sendo a densidade de seis peixes por hapa.

As taxas de arraçoamento foram reduzidas em função das fases de crescimento juvenil, crescimento I, crescimento II e engorda dos peixes (Tabela 1). Foi fornecido ração comercial extrusada com 38% de PBe o ajuste do fornecimento

de ração diário foi realizado com base no peso corporal (PC), seguindo a taxa de crescimento diária de 35g/peixe quando juvenil e fornecido ração contendo 36% de PB a um ajuste diário de taxa de crescimento de 30 g/peixe e 25 g/peixe nas fases de crescimento e engorda, respectivamente (Tabela 1).

As reduções nas taxas de alimentação do pirarucu durante os 285 dias experimentais, levando em consideração cada fase do ciclo de vida. Os sistemas de alimentação foram: 4,0 a 2,0 %; 3,5 a 1,5 %; 3,0 a 1,0 % e 2,5 a 0,5 % do PC médio do peixe. Utilizou-se frequência alimentar de três vezes ao dia (08 h, 12 h e 17h).

Tabela 1 - Peso corporal, taxas de arraçoamento e níveis de garantia das diferentes rações comerciais utilizadas no ciclo de cultivo do pirarucu.

	Fase de crescimento do pirarucu			
	Juvenil	Crescimento I	Crescimento II	Engorda
Peso corporal (PC), kg	1,6 a 3,0	3 a 4,2	4,2 a 5,5	5,5 a 8
Tempo de cultivo (dias)	45	70	55	113
Taxas de arraçoamento (% PC)	2,0 a 4,0	1,5 a 3,5	1,0 a 3,0	0,5 -1,25

  

Item	Composição da ração (g/kg) <sup>1</sup>	
	38 % PB	40 % PB
Matéria seca(g)	910	910
Proteína bruta (min.,g)	380	400
Matéria fibrosa (máx.,g)	95	95
Matéria mineral (max.,g)	150	150
Extrato etéreo (mim.,g)	80	80
Cálcio (max.,g)	35	35
Cálcio (min.,g)	25	20
Fósforo (min.,g)	10	15
Unidade (max.,g)	90	90

<sup>1</sup>Quantidade de nutriente por kg, para as rações com os diferentes níveis de proteína bruta (38 e 40 %): Ácido Pantotênico (min) – 4,00; 4,00 mg; Biotina (min) – 60; 60 mg; Colina (min) – 295; 300 mg; Vitamina A(min) – 29,900; 30.000 UI; Vitamina B1(min) – 2,00; 2,00 mg; Vitamina B12 (min) – 4,90; 5,00 mg; Vitamina B2 (min) –3,90; 4,00 mg; Vitamina B6 (min) – 2,10; 2,10 mg; Vitamina D3 (min) – 6,000; 6.000 UI; Vitamina E(min) – 48,00; 50,00 UI; Vitamina K3 (min) – 2,50; 2,50 mg; Vitamina C (min) – 550; 550 mg; Cobre (min) – 10,00; 10,00 mg; Ferro (min) – 95; 98 mg; Iodo (min) – 0,40; 0,40 mg; Niacina (min) – 50,00; 52,00 mg; Manganês (min) – 10,00; 10,50 mg; Zinco (min) – 180; 180 mg; Selênio (min) – 0,60; 0,60 mg, respectivamente.

## 2.3 Avaliações biométricas e limnológicas

Foi realizada a pesagem individual dos animais para obtenção do ganho de peso corporal (GP), da conversão alimentar aparente (CAA), e do ganho médio diário. Calculou-se o consumo aparente (CA) e a CAA corrigida para o resíduo de ração do fundo das hapas (CAR).

As características físico-químicas da água como condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico (pH) e temperatura (sonda YSI®) foram monitorados quinzenalmente às 07 h e 17h no ponto de entrada de abastecimento do viveiro e no ponto de drenagem do viveiro.

## **2.4 Coleta de resíduo de ração**

A quantificação do resíduo de ração foi realizada instalando-se telas de 2mm em toda área útil de fundo das hapas. As telas foram instaladas às 17h do dia anterior às avaliações, sendo recolhidas 3 horas após o arraçoamento às 08h e 12 h, respectivamente. A avaliação foi realizada em triplicata em cada fase de cultivo do pirarucu. Para a quantificação realizou-se a contagem do número de péletes fornecidos e recolhidos, desconsiderando-se os péletes desintegrados.

## **2.5 Estimativa de nitrogênio (N) e fósforo (P)**

Para obter a estimativa de nitrogênio (N) e fósforo (P) aportada em excesso ao sistema de produção foi multiplicado o resíduo que sobrou na área útil das hapas pelo valor de composição destes nutrientes na ração, conforme descrição na embalagem do produto (Tabela 1).

## **2.6 Análise econômica**

Para realizar a análise econômica das diferentes taxas de alimentação, consideraram-se como indicadores o custo total, a receita, o lucro e o retorno sobre o capital investido. O cálculo destes indicadores seguiu as seguintes fórmulas: Custo total = valor pago pelo alevino + valor pago pelo ração durante a fase de cultivo avaliada; Receita = peso do peixe produzido x preço do quilo do peixe; Lucro = custo total – receita; e Retorno sobre o capital investido = receita ÷ custo total.

## 2.7 Análise estatística

As médias dos tratamentos foram submetidas a análise de variância e regressão, utilizando-se contrastes ortogonais para verificar os possíveis efeitos linear, quadrático, cúbico e quártico para as diferentes taxas de arraçoamento. Para os efeitos nos sistemas de alimentação utilizou-se o teste Tukey. Adotou-se  $P = 0,05$ .

As medidas dos parâmetros físico-químicos da água: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram primeiramente analisados através da estatística descritiva, utilizando-se média aritmética como medida de tendência central e desvio padrão como medida do grau de dispersão absoluta dos dados. Estes dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a um nível de 5% de significância com o objetivo de comparar as variações médias dos parâmetros físico-químicos da água, nos pontos de abastecimento e drenagem.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desempenho Produtivo

Nas fases de juvenil e crescimento los peixes cultivados não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) quanto ao ganho de peso e ao ganho médio diário, apesar de ambas as fases, apresentaem aumento linear ( $P<0,05$ ) para as médias do consumo alimentar (Tabela 2).

Na fase de alevinagem, o CA, a CAR e o RFA foram maiores ( $P < 0,05$ ) quanto maior a quantidade de ração ofertada aos animais. O CA aumentou 10,63 g/peixe/dia e a CAA de 0,56 pontos percentuais por cada unidade acrescida na taxa de alimentação, respectivamente. Os juvenis de pirarucu que receberam ração na taxa de arraçoamento de 2,0 % apresentaram CAA de 1,93, com ganho de peso de 1,338 g em 45 dias (Tabela 2); já para a maior taxa de arraçoamento, 4% do PC, os juvenis apresentaram CAA de 3,23 e ganho de peso de 1,093 g. Observa-se que a diferença entre a CAA e a CAR é maior conforme se aumenta as TA, de 0,06% a 0,52%, em função do aumento crescente do RFA de 5,20% a 20,6% ( $P<0,05$ ).

Tais resultados corroboram com os de Oliveira et al. (2013) que recomendam a taxa de arraçoamento de 2% do PC, para o cultivo do pirarucu de 1.550 gramas por 45 dias em gaiolas e ração contendo 45% de PB, com ganho de peso médio de 1,5 kg, sem observar diferenças entre as TA de 2 e 3 % do PC.

Cavero et al. (2003) testaram diferentes densidades de estocagem com o pirarucu em taques-rede com peso médio inicial de 10 gramas e conseguiram conversões alimentares abaixo de 1,0, utilizando rações comerciais extrusadas com aproximadamente 45% de PB, em um período de criação de 140 dias. Scorvo Filho et al. (2004) estudando a mesma espécie em sistema fechado de circulação em um período de criação de 16 meses e peso inicial de 134 gramas, obtiveram valor médio de CAA no ciclo de cultivo de 2,64.

Na fase de crescimento I, dada pelo PC de 2,8 kg a 4,3 kg, o CA aumentou com o aumento das TA, significando dizer que a quantidade de ração ofertada ainda apresentava-se elevada repercutindo no aumento do RFA ( $P<0,05$ ) quanto maiores as TA ofertadas aos animais. Não houve diferença entre as TA para a CAR ( $P>0,05$ ), apresentando média de 3,43.



As fases de crescimento II e engorda, dadas pelo PC de 4,3 a 8,0 kg, apresentaram ( $P<0,05$ ) além do CA, CAA, CAR e RFA, para o ganho de PC (Tabela 2).

Na fase de crescimento II, as TA de 1,0, 1,5 e 2,0 % apresentaram média de ganho de peso de 1.138,3 g, sendo 13,6 % inferior a média das TA com maiores ganho de peso com 1.318,0 g. Em contrapartida, as menores TA supracitadas apresentaram menor proporção de RFA, média de 6,37 %, inferior em 30,2 % e 51,0 % as TA de 2,5 % e 3 % do PC, resultando em CAR de 2,7 para as TAs de 1,0 e 1,5 % e maior CAR média de 4,27 para as TAs de 2,0; 2,5 e 3,0% do PC.

Na fase de engorda, a TA de 2,0 % do PC proporcionou ganho de peso superior em 32,08 % a TA de 0,5 % de PC (2.001,4 vs 2.643,0). Nesta fase, mesmo a TA mais elevada de 1,75% do PC, ainda proporcionou um resíduo de ração de 10,6 % (Tabela 2), o que se deve a redução da eficiência metabólica dos animais com o avançar da idade. Os valores de CAR foram menores quanto menores as TA, apresentando CAR de 1,77 e 5,66 para as TA 0,5% e 1,75% em função da menor proporção de resíduo de fundo das hapas, respectivamente. O RFA ajustaram-se de forma crescente ( $P<0,05$ ) com o aumento das TA.

Os sistemas de arraçoamento intermediários apresentaram CAA média de 3,39 sendo 32,1% melhor que o sistema que recebeu maiores TA e 47,4% pior que o sistema que recebeu as menores TA durante o ciclo de cultivo (2,0 a 0,5 % do PC) (Tabela 3). Já a CAR, após descontado o resíduo de fundo de hapa durante o ciclo de cultivo, foi menor para o sistema de menor TA, sem diferenças entre o ganho de peso animal entre os sistemas demonstrando que o cultivo do pirarucu em sistemas com baixas TA proporcionam desempenho produtivo satisfatório, melhor retorno econômico e menor impacto ambiental.

Oliveira et al. (2013), trabalhando com pirarucus de 1.550 gramas em gaiolas, durante um período de 210 dias de cultivo obtiveram CAA de 4,32 e 2,82 para os peixes alimentados com TA de 3 % e 2 % de PC/dia, respectivamente, recomendaram a TA de 2% para os melhores índices zootécnicos e sugeriram estudos com TA mais baixas e estratificadas nas fases de crescimento no ciclo do cultivo do pirarucu.

Tabela 2 - Média das variáveis de desempenho nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas e sistemas de arraçoamento e no ciclo de cultivo em função dos sistemas de alimentação.

(continua)

Variáveis	Taxas de arraçoamento (% do peso corporal)					Média	P-value <sup>4</sup>				CV(%) <sup>1</sup>
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		L	Q	C	F	
Peso corporal inicial (g)	1.597	1.612	1.619	1.629	1.601	1.612	-	-	-	-	-
Peso corporal (g)	2.936	2.864	2.849	2.902	2.697	2.850	0,1858	0,5988	0,3313	0,6913	5,92
Ganho de peso (g)	1.338	1.251	1.230	1.272	1.096	1.237	0,1573	0,7543	0,3718	0,7348	13,40
Ganho médio diário (g/dia)	29,73	27,80	27,33	28,26	24,36	27,50	0,1582	0,7570	0,3714	0,7363	13,40
Consumo aparente/peixe/dia (g) <sup>2</sup>	56,56 d	64,66 c	65,33 c	73,93 b	78,56 a	67,81	<0001	0,6054	0,0535	<0001	1,27
Conversão alimentar aparente <sup>2</sup>	1,93 c	2,33 b	2,40 b	2,63 b	3,23 a	2,48	0,0001	0,5586	0,1493	0,7738	11,27
CAA corrigida, CAR <sup>2,3</sup>	1,87 c	2,19 b	2,15 b	2,35 b	2,71 a	2,25	0,0041	0,6078	0,3149	0,6301	12,02
Taxa de arraçoamento real (%) <sup>2</sup>	2,49 d	2,89 c	2,93 c	3,26 b	3,78 a	3,07	<0001	0,2719	0,0972	0,1498	3,96
Resíduo de Fundo de hapa (%) <sup>2</sup>	5,20 b	11,75 ab	16,42 a	14,39ab	20,66 a	13,68	0,0103	0,5776	0,3612	0,4978	42,59
Variáveis	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	Média	L	Q	C	F	CV(%) <sup>1</sup>
Peso corporal (g)	4.199	4.231	4.247	4.493	4.456	4.325	0.4131	0.5971	0.7594	0.9358	8,10
Ganho de peso (g)	1.264	1.366	1.423	1.357	1.758	1.434	0.0786	0.4669	0.3252	0.6588	18,85
Ganho médio diário (g/dia)	22,63	22,77	22,87	24,80	24,83	23,59	0.1873	0.4695	0.2563	0.5461	23,60
Consumo aparente/peixe/dia (g) <sup>2</sup>	62,13 c	67,53 c	72,03 c	86,75 b	95,90 a	76,87	<0001	0.1335	0.5845	0.3710	5,57
Conversão alimentar aparente <sup>2</sup>	3,47 b	3,53 b	3,83 a	3,85 a	3,90 a	3,71	0.2778	0.9823	0.4842	0.7410	16,0
CAA corrigida, CAR <sup>3</sup>	3,40	3,37	3,64	3,50	3,23	3,43	0.8215	0.4401	0.6694	0.7104	14,44
Taxa de arraçoamento real (%)	1,76	1,91	2,19	2,80	3,90	2,51	0.3173	0.6558	0.2214	0.3957	80,0
Resíduo de fundo de hapa (%) <sup>2</sup>	3,93 b	6,43 b	7,0 b	7,83 b	17,33 a	8,50	0,0011	0.0924	0.1106	0.7352	38,0
Variáveis	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	Média	L	Q	C	F	CV(%) <sup>1</sup>
Peso corporal (g)	5.210	5.427	5.491	5.650	5.822	5.520	0,1059	0.9963	0.8282	0.8820	7,15
Ganho de peso (g) <sup>2</sup>	1.111b	1.197 ab	1.106 b	1.391 a	1.366 a	1.234	0,0099	0.5622	0.5157	0.0603	8,32
Ganho médio diário (g/dia) <sup>2</sup>	20,20 b	21,76 ab	20,15 b	25,30 a	24,83 a	22,21	0,0099	0.5784	0.5137	0.0627	8,34

Tabela 2 - Média das variáveis de desempenho nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas e sistemas de arraçoamento e no ciclo de cultivo em função dos sistemas de alimentação.

(continuação)

Variáveis	Taxas de arraçoamento (% do peso corporal)					Média	P-value <sup>4</sup>				CV (%) <sup>1</sup>
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		L	Q	C	F	
Ganho médio diário (g/dia) <sup>2</sup>	20,20 <b>b</b>	21,76 <b>ab</b>	20,15 <b>b</b>	25,30 <b>a</b>	24,83 <b>a</b>	22,21	0,0099	0.5784	0.5137	0.0627	8,34
Consumo aparente/peixe/dia (g) <sup>2</sup>	55,0 <b>d</b>	70,66 <b>c</b>	93,50 <b>b</b>	103,66 <b>b</b>	138,66 <b>a</b>	92,34	<0001	0.1010	0.1379	0.1026	6,02
Conversão alimentar aparente <sup>2</sup>	2,52 <b>d</b>	3,26 <b>c</b>	4,74 <b>b</b>	4,13 <b>b</b>	5,60 <b>a</b>	4,05	<0001	0.4276	0.0664	0.0021	8,75
CAA corrigida, CAR <sup>2,3</sup>	2,46 <b>b</b>	3,11 <b>b</b>	4,43 <b>a</b>	3,79 <b>a</b>	4,60 <b>a</b>	3,68	<0001	0.0609	0.2563	0.0061	9,84
Taxa de arraçoamento real (%)	1,15	1,46	1,90	2,22	2,80	1,97	<0001	0.0592	0.1103	0.0505	4,03
Resíduo de fundo de hapa (%) <sup>2</sup>	4,94 <b>c</b>	6,44 <b>bc</b>	7,73 <b>bc</b>	9,13 <b>b</b>	13,0 <b>a</b>	8,20	0,0004	0.1509	0.1353	0.4825	18,09
Variáveis	0,5	0,75	1,0	1,25	1,75	Média	L	Q	C	F	CV (%) <sup>1</sup>
Peso corporal (g)	7.407	7.461	7.944	8.100	8.039	7.790	0.1882	0.7341	0.6411	0.8126	9,46
Ganho de peso (g) <sup>2</sup>	2.001 <b>b</b>	2.033 <b>ab</b>	2.643 <b>a</b>	2.450 <b>ab</b>	2.216 <b>ab</b>	2.269	0.2317	0.1212	0.3761	0.2519	16,08
Ganho médio diário (g/dia)	17,66	17,96	23,40	21,66	19,60	20,17	0.2301	0.1202	0.3775	0.2499	16,16
Consumo aparente/peixe/dia (g) <sup>2</sup>	30,0 <b>e</b>	49,66 <b>d</b>	67,33 <b>c</b>	89,66 <b>b</b>	124,33 <b>a</b>	72,20	<0001	0.0058	0.1180	0.9649	6,35
Conversão alimentar aparente <sup>2</sup>	1,77 <b>d</b>	2,76 <b>cd</b>	2,88 <b>c</b>	4,18 <b>b</b>	6,53 <b>a</b>	3,62	<0001	0.0239	0.1527	0.5213	18,67
CAA corrigida, CAR <sup>2,3</sup>	1,77 <b>c</b>	2,73 <b>c</b>	2,77 <b>bc</b>	3,92 <b>b</b>	5,66 <b>a</b>	3,37	<0001	0.0836	0.2208	0.4334	19,04
Taxa de arraçoamento real (%) <sup>2</sup>	0,47 <b>e</b>	0,76 <b>d</b>	1,01 <b>c</b>	1,30 <b>b</b>	1,75 <b>a</b>	1,06	<0001	0.0042	0.0382	0.9199	4,99
Resíduo de fundo de hapa (%) <sup>2</sup>	0,43 <b>d</b>	2,33 <b>cd</b>	5,16 <b>bc</b>	7,16 <b>b</b>	10,63 <b>a</b>	5,14	<0001	0.5913	0.8820	0.6702	37,29
Sistemas de Alimentação											
Variáveis	2,0-0,5	2,5-0,75	3,0-1,0	3,5-1,25	4,0-1,75	Média	L	Q	C	F	CV (%) <sup>1</sup>
Ganho de peso (g)	6.437,66	6.470,33	6.325,33	5.848,66	5.811,0	6.178	-	-	-	-	11,66
Ganho médio diário (g/dia)	22,74	22,86	22,35	20,66	20,53	21,83	-	-	-	-	11,66
Consumo aparente/peixe/dia (g) <sup>2</sup>	46,97 <b>e</b>	60,54 <b>d</b>	73,63 <b>c</b>	89,25 <b>b</b>	112,90 <b>a</b>	76,66	-	-	-	-	4,32
Conversão alimentar aparente <sup>2</sup>	2,53 <b>d</b>	3,07 <b>c</b>	3,34 <b>bc</b>	3,92 <b>bc</b>	4,84 <b>a</b>	3,54	-	-	-	-	6,79

Tabela 2 - Média das variáveis de desempenho nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas e sistemas de arraçoamento e no ciclo de cultivo em função dos sistemas de alimentação.

(conclusão)

Variáveis	Sistemas de Alimentação						L	Q	C	F	CV (%) <sup>1</sup>
	2,0-0,5	2,5-0,75	3,0-1,0	3,5-1,25	4,0-1,75	Média					
CAA Corrigida, CAR <sup>2,3</sup>	2,49 <b>d</b>	2,94 <b>c</b>	3,12 <b>bc</b>	3,57 <b>bc</b>	4,02 <b>a</b>	3,22	-	-	-	-	10,87
Resíduo de fundo de hapa (%) <sup>2</sup>	1,80 <b>c</b>	4,23 <b>bc</b>	6,73 <b>b</b>	8,77 <b>b</b>	16,87 <b>a</b>	7,68	-	-	-	-	21,46

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação. <sup>2</sup>Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância de 5,0 %.

<sup>3</sup>CAR = CAA corrigida para o resíduo de ração de fundo das hapas. <sup>4</sup>L = linear, Q = quadrática, C = cúbico e F = quártico.

Tabela 3 - Equações de regressão linear ajustadas para as taxas de arraçoamento nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*).

Variáveis	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
Fase de alevinagem		
Consumo aparente/peixe/dia	$\hat{Y} = 35.85333 + 10.65333*TA$	95,17
Conversão alimentar aparente	$\hat{Y} = 0.76667 + 0.58000*TA$	68,39
CAA corrigida, CAR	$\hat{Y} = 1.15533 + 0.36600*TA$	54,03
Taxa de arraçoamento real (%)	$\hat{Y} = 1.43400 + 0.53800*TA$	89,68
Resíduo de Fundo de hapa (%)	$\hat{Y} = -6.44467 + 6.71133*TA$	45,84
Fase de crescimento I		
Consumo aparente/peixe/dia	$\hat{Y} = 35.1118 + 16.93432*TA$	89,84
Conversão alimentar aparente	$\hat{Y} = 2.88667 + 0.31556*TA$	23,14
Taxa de arraçoamento real (%)	$\hat{Y} = 1.03511 + 0.45126*TA$	84,43
Resíduo de fundo de hapa (%)	$\hat{Y} = -6.5740 + 6.2938*TA$	76,24
Fase de crescimento II		
Ganho de peso (g)	$\hat{Y} = 858.85629 + 141.958*TA$	47,03
Ganho médio diário (g/dia)	$\hat{Y} = 17.43234 + 2.58443*TA$	47,20
Consumo aparente/peixe/dia (g)	$\hat{Y} = 10.8682 + 40.54591*TA$	94,3
Conversão alimentar aparente	$\hat{Y} = 1.20599 + 1.39341*TA$	81,62
Taxa de arraçoamento real (%)	$\hat{Y} = 0.37617 + 0.74222*TA$	96,15
Resíduo de fundo de hapa (%)	$\hat{Y} = 0.76964 + 3.63240*TA$	71,84
Fase de engorda		
Consumo aparente/peixe/dia (g)	$\hat{Y} = 36.000 + 45.73333*TA$	96,73
Conversão alimentar aparente <sup>2</sup>	$\hat{Y} = 0.26667 + 2.22667*TA$	80,89
Taxa de arraçoamento real (%) <sup>2</sup>	$\hat{Y} = 0.11200 + 0.64000*TA$	97,34
Resíduo de fundo de hapa (%) <sup>2</sup>	$\hat{Y} = -2.42333 + 5.04667*TA$	83,13

Segundo Cyrino et al. (2010) os resíduos das rações influenciam diretamente na qualidade da água dos viveiros pelo aumento da produção primária, amônia e eutrofização. Rações de espécies carnívoras são ricas em farinhas de carne e ossos(SILVA et al., 2013) aportando ao sistema aquático grandes quantidades de nutrientes (PEZZATO et al., 2009).

Durante a realização deste trabalho os resultados obtidos demonstraram que o impacto ambiental do fornecimento de taxas elevadas de arraçoamento é maior quanto maior a TA e ter como parâmetro a CAA corrigida para a ração residual no viveiro. A CAA foi superestimada no ciclo de cultivo em até 1 ponto percentual nas taxas mais elevadas de arraçoamento (3,23 vs. 2,56) em função do maior percentual (20 %) de ração desperdiçada em água (Tabela 2).

### 3.2 Parâmetros de qualidade da água

No presente estudo os parâmetros de qualidade da água dados pelas variáveis físico-químicas analisadas, apresentaram variações entre os pontos de amostragem, durante o período de estudo, conforme consta na tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios das variáveis físico-químicas da água durante o ciclo de cultivo do pirarucu, nos pontos de abastecimento e drenagem do viveiro.

Fase de cultivo	Ponto de coleta <sup>(4)</sup>	Valor	P-value*	Referência
Condutividade (µS/cm)				
Juvenil	A	107,55 ± 23,14	0,85774	23-71 <sup>(1)</sup>
	D	105,11 ± 18,26		
Crescimento I	A	54,69 ± 27,69	0,68989	
	D	49,87 ± 14,28		
Crescimento II	A	41,31 ± 0,89	0,43600	
	D	41,93 ± 1,46		
Engorda	A	41,46 ± 0,19	0,00406	
	D	44,36 ± 0,09		
Ciclo de Cultivo	A	61,57 ± 32,65	0,87578	
	D	60,09 ± 28,34		
Oxigênio dissolvido (mg/L)				
Juvenil	A	5,16 ± 1,07	0,60327	>5,0 <sup>(2)</sup>
	D	4,57 ± 2,18		
Crescimento I	A	3,65 ± 1,93	0,72903	
	D	3,29 ± 1,84		
Crescimento II	A	4,36 ± 1,73	0,57504	
	D	3,82 ± 1,13		
Engorda	A	4,25 ± 0,41	0,55202	
	D	4,45 ± 0,49		
Ciclo de Cultivo	A	4,29 ± 1,52	0,47160	
	D	3,94 ± 1,60		
Potencia Hidrogeniônico				
Juvenil	A	7,63 ± 0,10	0,18244	6 - 9 <sup>(2)</sup>
	D	7,55 ± 0,09		
Crescimento I	A	7,15 ± 0,39	0,12372	
	D	6,78 ± 0,44		
Crescimento II	A	6,80 ± 0,23	0,41498	
	D	6,71 ± 0,07		
Engorda	A	7,34 ± 0,30	0,08644	
	D	6,98 ± 0,19		
Ciclo de Cultivo	A	7,22 ± 0,41	0,07010	
	D	6,98 ± 0,42		
Temperatura (°C)				
Juvenil	A	29,10 ± 0,78	0,09219	28-32 <sup>(3)</sup>
	D	30,35 ± 0,78		
Crescimento I	A	29,55 ± 0,13	0,04758	
	D	30,51 ± 1,20		
Crescimento II	A	29,25 ± 0,55	0,08396	
	D	29,98 ± 0,62		
Engorda	A	29,83 ± 0,27	0,00406	
	D	44,36 ± 0,09		
Ciclo de Cultivo	A	29,41 ± 0,52	0,00020	
	D	30,30 ± 0,85		

\*P<0,05; <sup>(1)</sup> SIPAÚBA-TAVARES (1994); <sup>(2)</sup> Legislação CONAMA 357/2005; <sup>(3)</sup> KUBITZA (2003); <sup>(4)</sup> A= ponto de abastecimento e D= ponto de drenagem

### **3.2.1 Condutividade Elétrica**

Segundo Boyd e Tucker (1992) a condutividade elétrica está diretamente relacionada com a concentração de íons presentes na água, pois a condução de corrente elétrica ocorre por meio dos íons.

Araújo (2012) afirma que a condutividade elétrica fornece importantes informações sobre a água do tanque de cultivo, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema. Através da condutividade pode-se avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. Desta forma, valores altos indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indicam acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos). Araújo (2012) ressalta que em viveiros de piscicultura, valores ao redor de 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  são adequados para a manutenção e produção de peixes.

Neste estudo, a condutividade elétrica no ponto de abastecimento apresentou valores entre 40,35 e 125,65  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com média de  $61,57\mu\text{S}/\text{cm} \pm 32,65$ , e no ponto de drenagem a condutividade elétrica da água variou entre 40,3 e 124,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com média de  $60,09 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 28,34$ , constatou-se diferenças ( $P < 0,05$ ) entre a condutividade elétrica da água do ponto de abastecimento e do ponto de drenagem.

O menor valor de condutividade elétrica da água no ponto de abastecimento ocorreu na fase de crescimento II e o maior valor na fase de juvenil. No ponto de drenagem o menor valor de condutividade elétrica da água observado ocorreu na fase de crescimento I e o maior valor na fase de juvenil. Dentre as fases do ciclo em estudo, a engorda foi a única que apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) entre a condutividade elétrica da água do ponto de abastecimento e do ponto de drenagem.

Analisando os valores de condutividade elétrica entre os pontos de coleta, pode-se constatar que em média, o ciclo de cultivo ficou dentro do limite recomendado por Sipaúba-Tavares(1994), porém, os valores observados nas fases de juvenil e crescimento I ficaram acima ou próximos dos limites aceitáveis, respectivamente. Contudo, observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre os pontos de coleta analisados, após a criação dos peixes, o que pode indicar que estes elevados valores de condutividade podem ser atribuídos à decomposição de matéria orgânica a montante do viveiro.

Os valores médios de condutividade elétrica encontrados no presente estudo foram maiores que os valores observados por Cavero (2002) que avaliou a criação de juvenis de pirarucu em tanques-rede em viveiros no município de Manaus - AM e por Mainardes-Pinto et al. (2007) que avaliou a criação de tilápia tailandesa em tanques-rede em São Paulo - SP. Porém, foram próximos aos valores observados por Martins (2007) que avaliou qualidade da água em viveiro de criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*), em São Paulo - SP e por Osti (2009) que avaliou o efeito do manejo alimentar da criação de tilápia do Nilo sobre qualidade da água em viveiro em São Paulo - SP.

### **3.2.2 Oxiênio Dissolvido**

Segundo Boyd e Tucker (1992) os níveis de oxigênio dissolvido devem ser maiores que 6 mg/L na fase de crescimento, para que os peixes de clima tropical possam desempenhar o seu potencial genético. A liberação de oxigênio na água se dá por movimentação mecânica, ou mediante processo fotossintético pelo fitoplâncton, que é a principal fonte de obtenção do oxigênio, em sistemas de cultivo de peixes.

O pirarucu é dotado de dois aparelhos respiratórios; utiliza-se das brânquias para a respiração aquática e da bexiga natatória, modificada e especializada para funcionar como pulmão, para a respiração aérea. O pirarucu tem o ar atmosférico como a principal fonte para obtenção de 85% do oxigênio para a respiração, 20 a 30% desta advém do oxigênio dissolvido na água, além de depender das brânquias para realizar a excreção em água de 85% do gás carbônico (GOMES, 2007).

Esse mecanismo respiratório faz com que a espécie possa tolerar altas densidades em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido e amônia na água (CAVERO et al. 2004), não havendo recomendação mínima de oxigênio dissolvido (ONO; KEHDI, 2013).

Apesar das características adaptativas que favorecem seu cultivo em viveiros escavados e sob altas densidades de estocagem, a obtenção do máximo potencial zootécnico vem sendo prejudicada principalmente pela influência da qualidade da água. A integridade das brânquias e/ou a qualidade limnológica resultam na insuficiência das brânquias para processar o oxigênio presente na água (IMBIRIBA, 2001).



Neste estudo, o oxigênio dissolvido apresentou grande variação no ponto de abastecimento de água com valores entre 1,95 e 7,15 mg/L, com média de 4,29 mg/L  $\pm$  1,52, e no ponto de drenagem os valores observados variaram entre 1,95 e 7,55 mg/L, com média de 3,49 mg/L  $\pm$  1,60. Contudo, não havia diferença ( $P > 0,05$ ) entre o ponto de abastecimento e ponto de drenagem.

O menor e maior valor de oxigênio dissolvido no ponto de abastecimento ocorreu na fase de crescimento I, e no ponto de drenagem ocorreu na fase de crescimento I e o maior valor na fase de juvenil, respectivamente. Dentre as fases do ciclo em estudo observou-se diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre o oxigênio dissolvido na água do ponto de abastecimento e do ponto de drenagem. Portanto, os valores indicam que houve não influência da criação de peixes.

No entanto, os valores médios de oxigênio dissolvido observados nos pontos de abastecimento e drenagem estão abaixo dos níveis mínimos aceitáveis para a criação de peixes no Brasil, segundo a resolução do CONAMA no. 357, de 17 de março de 2005. Segundo Queiroz e Silveira (2006) os baixos teores de oxigênio dissolvido podem ser resultantes do aumento do aporte de ração e matéria orgânica que levam ao aumento de fitoplâncton, que além de reduzir a concentração de oxigênio dissolvido contribui para outros problemas que prejudicam a produção aquícola. Contudo, estes baixos valores de oxigênio dissolvido podem indicar alta taxa de decomposição da matéria orgânica e consequentemente aumento de fitoplâncton a montante do viveiro.

Os valores médios obtidos para o oxigênio dissolvido foram próximos aos obtidos por Paiva (2014), ao analisar a qualidade da água de um sistema de piscicultura no município de Ji-Paraná – RO e por Toledo et al. (2003), ao avaliar o impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – MT. Porém, apresentou valores muito abaixo dos observados por Caverio (2002) e Ono et al. (2008), ao avaliarem a criação de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume, em Manaus – AM.

Alguns estudos indicam que o oxigênio é importante, já que na produção do pirarucu, sob altas densidades de estocagem em viveiros e açudes, as concentrações de oxigênio dissolvido atingem níveis muito próximos do zero. Porém, sob estas condições é comum observar altas concentrações de CO<sub>2</sub> na água, que interfere na eliminação do gás pelos animais, levando ao seu acúmulo no sangue e,

dependendo da concentração, causando estresse e propiciando a ocorrência de doenças nos peixes (ONO; KEHDI, 2013).

### **3.2.3 Potencial Hidrogeniônico**

Neste estudo o pH da água não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os pontos de análise (abastecimento e drenagem), sendo que o ponto de abastecimento da água obteve valores de pH variando entre 6,44 e 7,94, e apresentando média de  $7,22 \pm 0,41$ . No ponto de drenagem os valores observados variaram entre 6,42 e 7,45, apresentando média de  $6,98 \pm 0,42$ .

O menor valor de pH observado na água no ponto de abastecimento ocorreu na fase de crescimento II e o maior na fase de crescimento I, já no ponto de drenagem ocorreu na fase de crescimento I e o maior valor na fase de juvenil. Dentre as fases do ciclo em estudo a análise de variância não revelou valores significativos entre o pH da água do ponto de abastecimento e do ponto de drenagem.

Os valores de pH neste estudo estão dentro da faixa determinada pela resolução do CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005. Também se encontra próximo dos valores observados por Caverio (2002) na criação de juvenis de pirarucu em tanques-rede dentro dos viveiros no município de Manaus inferiores aos valores observados por Baccarin (2002) para piscicultura intensiva de tilápia do Nilo em São Paulo – SP.

Segundo Ono e Kubitz (2003), os valores ideais para a produção de peixes são os próximos da neutralidade (6,5 a 8,0), pois, garantem o adequado crescimento, reprodução e saúde dos peixes. Os autores afirmam que valores diferentes podem prejudicar o desempenho produtivo, podendo em casos extremos, ocasionar a morte do peixe.

Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de  $\text{CO}_2$  na água. No entanto, o  $\text{CO}_2$  mesmo em altas concentrações não é capaz de baixar o pH da água para valores menores que 4,5 (ONO; KEHDI, 2013).

### 3.2.4 Temperatura

Segundo Ono e Kehdi(2013), a faixa de temperatura ideal para a criação dessa espécie é entre 28 e 30°C, sendo que abaixo de 26°C e acima de 32°C reduz-se o consumo de ração pelos peixes. A temperatura é parâmetro importante para a respiração, reprodução, alimentação e também controla a concentração máxima de oxigênio dissolvido na água, por isso não estando ideal para o cultivo pode provocar redução no consumo alimentar e estresse nos animais, favorecendo o aparecimento de doenças e parasitas (ONO; KEHDI, 2013)

Neste estudo, a temperatura da água no ponto de abastecimento variou entre 28 e 30,1°C, apresentando média de 29,41°C  $\pm$  0,52, e no ponto de drenagem os valores observados variaram entre 29,2 e 32,25°C, apresentando média de 30,3°C  $\pm$  0,85, apresentando diferença ( $P < 0,01$ ) entre o ponto de abastecimento e o ponto de drenagem.

O menor valor de temperatura observado na água do ponto de abastecimento ocorreu na fase de juvenil e o maior na fase de engorda. No ponto de drenagem o menor valor de temperatura observado na água ocorreu na fase de crescimento II e o maior valor na fase de crescimento I, apresentando diferença ( $p < 0,01$ ) entre o ponto de abastecimento e o ponto de drenagem.

Contudo, os valores médios de temperatura obtidos neste estudo, estão dentro da faixa recomendada por Kubitza (2003), favorecendo o crescimento do pirarucu. Cabe salientar que tais valores também estão próximos dos observados por Caverio et al. (2003) quando avaliou a criação de pirarucu em tanques-rede em viveiros escavados no município de Manaus – AM e por Martins (2007) que avaliou qualidade da água em viveiro de criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*), em São Paulo – SP.

## 3.3 Avaliação de impacto ambiental

Os resultados da análise de impacto ambiental, estimados pelo nitrogênio (N) e fósforo (P) aportado ao sistema de produção nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*), em função das taxas de arraçoamento, são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 - Análise do impacto ambiental nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas de arraçoamento. (continua)

Variáveis nutricionais <sup>1</sup>	Taxas de arraçoamento (% do peso corporal)				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
(N) fornecido por peixe (g)	154,7	176,9	178,7	202,3	214,9
(N)/peixe no resíduo de ração(g)	8,05	20,79	29,35	29,11	44,41
(P) fornecido por peixe (g)	25,5	29,1	29,4	33,3	35,4
(P)/peixe no resíduo de ração(g)	1,32	3,42	4,83	4,79	7,30
Porcentagem de(N) e (P) no resíduo de ração, em relação a menor TA	-	158,32	264,73	261,72	451,85
Juvenil					
Variáveis nutricionais <sup>1</sup>	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
(N) fornecido por peixe (g)	251,4	273,2	291,4	351,0	388,0
(N)/peixe no resíduo de ração(g)	9,88	17,57	20,40	27,48	67,24
(P) fornecido por peixe (g)	43,5	47,3	50,4	60,7	67,1
(P)/peixe no resíduo de ração(g)	1,71	3,04	3,53	4,75	11,63
Porcentagem de (N) e (F) no resíduo de ração, em relação a menor TA	-	77,83	106,50	178,19	580,65
Crescimento I					
Variáveis nutricionais <sup>1</sup>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
(N) fornecido por peixe (g)	174,8	224,6	297,2	329,5	440,8
(N)/peixe no resíduo de ração(g)	8,64	14,47	22,98	30,09	57,30
(P) fornecido por peixe (g)	30,3	38,9	51,4	57,0	76,3
(P)/peixe no resíduo de ração(g)	1,49	2,50	3,98	5,21	9,91
Porcentagem de (N) e (F) no resíduo de ração, em relação a menor TA	-	67,48	166,01	248,33	563,44
Crescimento II					
Variáveis nutricionais <sup>1</sup>	0,50	0,75	1,00	1,25	1,75
(N) fornecido por peixe (g)	195,9	324,3	439,8	585,6	812,0
(N)/peixe no resíduo de ração(g)	0,84	7,56	22,69	41,93	86,32
(P) fornecido por peixe (g)	33,9	56,1	76,1	101,3	140,5
(P)/peixe no resíduo de ração(g)	0,15	1,31	3,93	7,25	14,93
Porcentagem de (N) e (F) no resíduo de ração, em relação a menor TA	-	796,96	2593,20	4876,48	10145,18
Engorda					
Sistema de Alimentação (TA em % do peso corporal)					
Variáveis nutricionais <sup>1</sup>	2,0-0,5	2,5-0,75	3,0-1,0	3,5-1,25	4,0-1,75
(N) fornecido por peixe (g)	22,77	56,36	95,43	130,07	266,17
(N)/peixe no resíduo de ração(g)	3,90	9,67	16,39	22,35	45,79
(P) fornecido por peixe (g)	2,9	147,79	320,18	473,03	1073,87
(P)/peixe no resíduo de ração(g)	10,47	25,92	43,90	59,83	122,44
Ciclo de cultivo					

Tabela 5 - Análise do impacto ambiental nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas de arraçoamento.

(conclusão)

Variáveis nutricionais <sup>1</sup>	Ciclo de cultivo	Sistema de Alimentação (TA em % do peso corporal)				
		2,0-0,5	2,5-0,75	3,0-1,0	3,5-1,25	4,0-1,75
Porcentagem de (N) e (P) no resíduo de ração, em relação a menor TA		49,63	122,98	208,54	284,40	582,60
kg de Uréia/hectare <sup>2</sup>		49,50	122,52	207,45	282,77	578,64
kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /hectare <sup>2</sup>		49,63	122,98	208,54	284,40	582,60

<sup>1</sup> Com base na composição da ração fornecida na fase de cultivo. <sup>2</sup> Considerou-se o N e o P presente no RFA estimado para 1 ha de viveiro considerando-se 1 peixe/10m<sup>3</sup>.

A fase de alevinagem apresentou o menor consumo alimentar médio das TA, comparado as demais fases do ciclo de produção, contudo, apresentou maior desperdício de ração, dada pelo RFA médio de 10,68%. Vale destacar que os teores nutricionais das rações nesta fase de vida animal são elevados e com grande potencial de eutrofização da água.

Os cálculos das estimativas de teores de N e P aportado ao sistema de produção provaram que as recomendações comerciais para a quantidade de ração fornecida estão superestimadas em todas as fases de cultivo do pirarucu, sendo ainda maiores para as fases de juvenil, coincidindo com as rações com maiores teores nutricionais. Ao se fazer uma estimativa dos teores de N e P aportados em água na fase de juvenil, observa-se um incremento de 8,05 para 44,4 g de N e 1,32 para 7,30 g de P por peixe, em função do aumento das TA (Tabela 5), o que representa um significativo aumento de 451% de (N) e (P) no resíduo de ração, em relação a menor TA.

Observa-se um aporte crescente de nutrientes que variaram de 22,77 g de N e 2,9 g de P nas taxas de arraçoamento de 2,0 a 0,5% até 226 g de N e 45 g de P nos sistemas de arraçoamento mais elevados, representando um aporte de 10,5 vezes mais N e P na água.

Em termos comerciais, considerando um sistema semi-intensivo de cultivo de pirarucu respeitando-se a densidade de estocagem de 10 kg de PC por 10 m<sup>3</sup> para 1 hectare de lâmina d'água seriam aportados até 578 kg de uréia e 582 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao viveiro, além dos resíduos advindo de urina e fezes (Cyrino et al., 2010). Este cenário poderá resultar na eutrofização da água do viveiro caso a vazão de água não seja constante e eficiente.

### 3.4 Análise econômica

Os resultados da análise econômica realizada com base no desempenho produtivo e nos custos de produção para as diferentes fases de crescimento e para o ciclo de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*), em função das taxas de arraçoamento empregadas, são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Análise econômica nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas de arraçoamento. (continua)

Variáveis econômicas		Taxas de arraçoamento (% do peso corporal)				
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Ração fornecida por peixe (kg)	Juvenil (45 dias)	2,55	2,91	2,94	3,33	3,54
Custo da ração por Kg (R\$)		2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
Custo total (R\$) <sup>1</sup>		5,84	6,67	6,74	7,63	8,11
Ganho de peso (kg)		1,34	1,25	1,23	1,27	1,10
Preço de venda (R\$)		8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Receita (R\$) <sup>2</sup>		11,37	10,63	10,46	10,81	9,32
Lucro (R\$) <sup>3</sup>		5,53	3,96	3,71	3,18	1,21
Retorno do capital investido <sup>4</sup>		1,95	1,59	1,55	1,42	1,15
Variáveis econômicas		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Ração fornecida por peixe (kg)	Crescimento I (70 dias)	4,35	4,73	5,04	6,07	6,71
Custo da ração por Kg (R\$)		2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Custo total (R\$)		9,28	10,09	10,76	12,96	14,33
Ganho de peso (kg)		1,26	1,37	1,42	1,36	1,76
Preço de venda (R\$)		8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Receita (R\$)		10,74	11,61	12,10	11,53	14,94
Lucro (R\$)		1,46	1,52	1,34	-1,42	0,62
Retorno do capital investido		1,16	1,15	1,12	0,89	1,04
Variáveis econômicas		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Ração fornecida por peixe (kg)	Crescimento II (55 dias)	3,03	3,89	5,14	5,70	7,63
Custo da ração por Kg (R\$)		2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Custo total (R\$)		6,46	8,29	10,97	12,17	16,27
Ganho de peso (kg)		1,11	1,20	1,11	1,39	1,37
Preço de venda (R\$)		8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Receita (R\$)		9,45	10,18	9,40	11,82	11,61
Lucro (R\$)		2,99	1,88	-1,57	-0,34	-4,66
Retorno do capital investido		1,46	1,23	0,86	0,97	0,71
Variáveis econômicas		0,50	0,75	1,00	1,25	1,75
Ração fornecida por peixe (kg)	Engorda (113 dias)	3,39	5,61	7,61	10,13	14,05
Período de avaliação (dias)		113	113	113	113	113
Custo da ração por Kg (R\$)		2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Custo total (R\$)		7,23	11,98	16,24	21,62	29,98
Ganho de peso (kg)		2,00	2,03	2,64	2,45	2,22
Preço de venda (R\$)		8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Receita (R\$)		17,01	17,28	22,47	20,83	18,84
Lucro (R\$)		9,77	5,31	6,23	-0,80	-11,15
Retorno do capital investido		2,35	1,44	1,38	0,96	0,63

Tabela 6 - Análise econômica nas diferentes fases de crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função das taxas de arraçãoamento.

		(conclusão)				
Variáveis econômicas		Taxas de arraçãoamento (% do peso corporal)				
		2,0 - 0,5	2,5 - 0,75	3,5 - 1,25	3,0 - 1,0	4,0 - 1,75
Custo do alevino (R\$)	Ciclo de Cultivo (283 dias)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Custo com ração (R\$)		28,65	36,93	44,91	54,44	68,87
Custo total (R\$) <sup>1</sup>		43,65	51,93	59,91	69,44	83,87
Peso corporal aos 283 dias (kg)		7,407	7,461	7,944	8,1	8,039
Preço de venda (R\$)		8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Receita (R\$) <sup>2</sup>		62,95	63,41	67,52	68,85	68,33
Lucro (R\$) <sup>3</sup>		19,31	11,49	7,61	-0,59	-15,54
Retorno do capital investido <sup>4</sup>		1,44	1,22	1,13	0,99	0,81

<sup>1</sup> Custo total = alevino + ração; <sup>2</sup> Receita = peso x preço; <sup>3</sup> Lucro = custo - receita; <sup>4</sup> Retorno investido = receita ÷ custo alimentar

Na fase de juvenil, todos os sistemas de alimentação apresentaram viabilidade, porém, o sistema com taxa de arraçãoamento de 2,0-0,5% obteve o menor custo com ração, a maior receita, lucro e retorno sobre capital investido, quando comparado com os demais sistemas de alimentação. Este fato ocorre porque o aumento da taxa de arraçãoamento aumentou o custo da ração e o ganho de peso não ocorreu em igual proporção para poder gerar maior receita, lucro e retorno sobre o capital investido.

Na fase crescimento I, o sistema de alimentação com TA 2,0-0,5% obteve o menor custo total de produção e menor receita, porém, teve o maior retorno sobre capital investido. O sistema de alimentação com TA 2,5-0,75% obteve o maior lucro e o sistema de alimentação com TA 4,0-1,75% obteve a menor receita, porém o sistema de TA 4,0-1,75% obteve a maior receita. Neste indicador, o sistema de alimentação com TA 3,0-1,0% deu prejuízo.

Na fase de crescimento II, o sistema de alimentação com TA 2,0-0,5% obteve o menor custo total de produção e a segunda menor receita, porém, teve o maior lucro e retorno sobre capital investido. Os demais sistemas apresentaram maior receita, porém, com exceção do sistema de alimentação com TA 2,5-0,75%, todos deram prejuízo em função do ganho de peso não conseguir superar os custos.

Na fase de engorda, o sistema de alimentação com TA 2,0-0,5% continuou obtendo o menor custo de produção e receita, e o maior lucro e retorno sobre capital investido. Os demais sistemas também continuaram apresentando maior receita, porém, com exceção dos sistemas de alimentação com TA 2,5-0,75% e 3,5-1,25%, os demais continuaram sendo inviáveis economicamente.

Portanto, pode-se constatar que na presente pesquisa a viabilidade econômica dos sistemas de alimentação decresceu à medida que as taxas de arraçamento aumentaram, sendo que no final do ciclo produtivo os sistemas de alimentação com TA 3,0-1,0% e TA 4,0-1,75% apresentam-se inviáveis, pois, o ponto de equilíbrio para atividade de piscicultura necessita que o peso dos animais vendidos seja suficiente para cobrir o valor gasto durante o cultivo destes.



#### **4 CONCLUSÃO**

As taxas de arraçoamento não influenciaram significativamente no desempenho produtivo do pirarucu, contudo, tiveram impacto direto na qualidade da água e viabilidade econômica do cultivo.

Recomenda-se o sistema de arraçoamento com taxas variando de 2,0 a 0,5%, porque durante o ciclo de cultivo proporcionou o menor impacto ambiental e melhor retorno econômico no cultivo do pirarucu.

Sugerem-se estudos com taxas de arraçoamento ainda menores, utilizando rações mais proteicas ao longo do ciclo de cultivo, a fim de se viabilizar o sistema de cultivo do pirarucu.

## REFERÊNCIAS

- ARANTES, C. C. **Ecologia do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz, 1822) na várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil.** 2009. 85p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2009.
- ARAÚJO, C. B. Cuidados na qualidade da água para produção de tambaqui no estado do Amapá. In: SEMINÁRIO DE AQUICULTURA DO ESTADO DO AMAPÁ, 4., 2012, Macapá. **Anais do IV Seminário de Aquicultura do Estado do Amapá.** Macapá: EMBRAPA, CPAq/IEPA, 2012.
- AZZAYADI, M.; MARTINES, F. J.; ZAMORA, S.; SANCHEZ-VAZQUEZ, F. J.; MADRID, J. A. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding condition under winter condition on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v. 182, n. 3, p. 329-338, 2000.
- BACCARIN, A.E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares.** 2002. 56p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2002.
- BARD, J.; IMBIRIBA, E. P. **Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas*.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. (Circular Técnica, 52)
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture.** Auburn AL: Auburn University/Alabama Agricultural Experiment Station, 1992.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**, 2011. Brasília: MPA, 2011.
- CAVERO, B. A. S. **Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume.** 2002. 51p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, AM, 2002.
- CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 513 - 516, maio. 2004
- CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107, jan. 2003.

CIPRIANO, F. D. S. **Digestibilidade de ingredientes por juvenil de pirarucu, *Arapaima gigas*(Schinz, 1822).** 2013.39 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Classificação das águas doces, salobras e salinas do território Nacional.** Resolução n. 357, de 17 de março 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 20 ago. 2014.

CYRINO, J.E.P., BICUDO, A.J.A., SADO, R.Y., BORGHESI, R., DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 68-87, 2010.

FONTENELE, O. Contribution to the knowledge of the biology of pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) in captivity (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 445-459, dez. 1948.

HRBEK, T.; FARIAS, I. P.; CROSSA, M.; SAMPAIO, I.; PORTO, J. I. R.; MEYER, A. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. **Animal Conservation**, v. 8, p. 297-308, ago. 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária**, Dez. 2015. Prognóstico de produção. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/indicadores.php>>. Acesso em: 11 Jan. 2016.

HUNG, S. S. O. et al. Growth and feed efficiency of White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feeding rates. **Aquaculture**, v.80, p.147-153, 1989.

IMBIRIBA E. P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 299-316, 2001.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2003.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - PARTE I. **Panorama da Aquicultura**, v. 8, n. 45, Janeiro/fevereiro, 1998.

MAINARDES-PINTO, C.S.R.; Paiva, P.; Verani, J.R.; Andrade-Talmelli, E.F.; Wirz, M.V.M.A.; Silva, A.L. Desempenho produtivo da tilápia tailandesa, *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 33, p. 53-62, 2007.

MARTINS, Y. K. **Qualidade da água em viveiro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**: caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas. 200743p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) - Instituto de Pesca,

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, SP, 2007.

OLIVEIRA, CE .de. 1944. Piscicultura amazônica. **A voz do Mar**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 88, p. 104-106, fev. 1944.

OLIVEIRA, V.Q., MATOS, A.R.B., BEZERRA, T.A., MESQUITA, P.E.C., SOUZA, R.R., COSTA, F.H.F. Preliminary studies on the optimum feeding rate for pirarucu *arapaima gigas* juveniles reared in floating cages. **International Journal of Aquaculture**, v. 3, n. 25, p. 147-151, 2013.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanque-rede**. 2. ed. Jundiaí: Esalq-USP, 2003.

ONO, E. A.; HALVERSON, M. R.; KUBITZA, F. Pirarucu, O gigante esquecido. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n. 81, p. 14 – 25, jan./fev.2004.

ONO, E.A.; Nunes, E.S.S.; CEDANI, J.C.V.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.2, p. 249-254, fev.2008.

ONO, E.; KEHDI, J. **Manual de boas práticas de produção do pirarucu em cativeiro**. SEBRAE, Brasília, 2013. 46p. 1ª edição. Disponível em :[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ce01b2624c82f78849858279ff1b2cd/\\$File/4534.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ce01b2624c82f78849858279ff1b2cd/$File/4534.pdf). Acessado em: 20 Jun. 2014.

OSTI, J. AL. S. **Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações e sobre o cultivo de tilápias**. 2009. 60p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, SP, 2009.

PAIVA, M. C. **Análise da qualidade da água de um sistema de piscicultura: estudo de caso no município de Ji-Paraná-RO-Brasil**. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, RO, 2014.

PEREIRA-FILHO, M., R. ROUBACH. Pirarucu (*Arapaima gigas*). In B. BALDISSEROTTO e L. C. GOMES. **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2010. p. 26-56.

PEZZATO, L.E., Barros, M.M. & Furuya, W.M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 43–51, 2009.

QUEIROZ, J. F. de; SILVEIRA, M. P. **Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 14 p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica,

12). Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/aquisys/circular12.pdf>>. Acessado em: 26 set. 2014.

SCORVO FILHO, J. D. ROJAS, N. E. T. SILVA, C. M. d. KONOIKE, T. Criação de *Arapaima gigas* (teleostei osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água, no estado de são paulo. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 30, n. 2. p. 161 - 170, 2004.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. São Paulo: FUNEP Editora, 1994.

SILVA, T.S.C., MORO G.V., SILVA T.B.A., DAIRIKI J.K., CYRINO J.E.P. Digestibility os feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystomareticulatum*. **Aquaculture Nutrition**, 19, 491-198, 2013.

TOLEDO, J.J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K.F.; FARIAS, R.A.; HACON, S., SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

## **ANEXO**

**ANEXO A** – Certificação do Comitê de Ética e Uso de Animais – CEUA.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS ROLIM DE MOURA  
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA



**Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da  
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR**

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo número PP 019/2014 do projeto de pesquisa intitulado: **"Sistemas de alimentação e classes de peso do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) em viveiro escavado: características físico-químicas, hematológicas e de desempenho"**, sob responsabilidade do Profa. Dra. Jucilene Cavali, está de acordo com o disposto na Lei Federal nº 11.794 de 8 de Outubro de 2008 (Lei AROUCA). O referido projeto cumpre, também, as exigências da Resolução n. 879, de 15/02/2008 do CFMV; Decreto 6.899, de 15/07/2009; Resolução Normativa n.1, de 09/07/2010 do CONCEA; Resolução normativa nº 3, de 14/12/2011 do CONCEA e "Princípios Éticos na Experimentação Animal", elaborado pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório – SBCAL. Portanto, o projeto supracitado foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, em reunião ordinária realizada em 13 de junho de 2014.

Rolim de Moura (RO), 13 de junho de 2014.

Profa. Dra. Thaís Rabelo dos Santos  
Presidente da CEUA